

Zadatak 401 (Ivica, tehnička škola)

U posudi se nalazi 10 litara vode na temperaturi 18 °C. Ako u ovu količinu vode uronimo 3 kg leda temperature 0 °C, onda će se led istopiti. Hoće li se istopiti sva količina leda? (specifični toplinski kapacitet vode $c = 4186 \text{ J / (kg} \cdot \text{°C)}$, specifična toplina taljenja leda $\lambda = 3.3 \cdot 10^5 \text{ J / kg}$)

Rješenje 401

$V = 10 \text{ l} \Rightarrow m = 10 \text{ kg}, \quad t = 18 \text{ °C}, \quad m_1 = 3 \text{ kg}, \quad t_1 = 0 \text{ °C}, \quad c = 4186 \text{ J / (kg} \cdot \text{°C)},$
 $\lambda = 3.3 \cdot 10^5 \text{ J / kg}, \quad \Delta m = ?$

Toplina Q je onaj dio unutarnje energije tijela koji prelazi s jednog tijela na drugo zbog razlike temperatura tih tijela. Toplina koju neko tijelo zagrijavanjem primi odnosno hlađenjem izgubi jednaka je

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

gdje je m masa tijela, c specifični toplinski kapacitet, a Δt promjena temperature.

Toplinu koju moramo predati čvrstom tijelu mase m da bi se ono rastalilo možemo izračunati iz izraza

$$Q_t = m \cdot \lambda,$$

gdje je λ specifična toplina taljenja.

Zakon očuvanja energije:

- Energija se ne može ni stvoriti ni uništiti, već samo pretvoriti iz jednog oblika u drugi.
- Ukupna energija zatvorenog (izoliranog) sustava konstantna je bez obzira na to koji se procesi zbivaju u tom sustavu.
- Kad se u nekom procesu pojavi gubitak nekog oblika energije, mora se pojaviti i jednak prirast nekog drugog oblika energije.

Određimo količinu topline što je oslobodi voda svojim hlađenjem.

$$Q = m \cdot c \cdot (t - t_1).$$

Neka je m_2 masa leda koja se tom toplinom može rastaliti. Tada vrijedi jednadžba:

$$\left. \begin{array}{l} Q = m_2 \cdot \lambda \\ Q = m \cdot c \cdot (t - t_1) \end{array} \right\} \Rightarrow m_2 \cdot \lambda = m \cdot c \cdot (t - t_1) \Rightarrow m_2 \cdot \lambda = m \cdot c \cdot (t - t_1) \cdot \frac{1}{\lambda} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{m \cdot c \cdot (t - t_1)}{\lambda} = \frac{10 \text{ kg} \cdot 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \cdot (18 - 0) \text{ °C}}{3.3 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 2.28 \text{ kg}.$$

Količina leda koja se nije istopila iznosi:

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 3 \text{ kg} - 2.28 \text{ kg} = 0.72 \text{ kg}.$$

Vježba 401

U posudi se nalazi 10 dm³ vode na temperaturi 18 °C. Ako u ovu količinu vode uronimo 300 dag leda temperature 0 °C, onda će se led istopiti. Hoće li se istopiti sva količina leda? (specifični toplinski kapacitet vode $c = 4186 \text{ J / (kg} \cdot \text{°C)}$, specifična toplina taljenja leda $\lambda = 3.3 \cdot 10^5 \text{ J / kg}$)

Rezultat: 0.72 kg.

Zadatak 402 (Belmin, srednja škola)

U balonu se nalazi idealan plin mase m pod stalnim tlakom. Pri ispuštanju jednog dijela plina obujam balona se smanji dva puta, a temperatura 1.2 puta. Kolika je masa plina istekla iz balona?

Rješenje 402

$$m, \quad V, \quad T, \quad V_1 = \frac{V}{2}, \quad T_1 = \frac{T}{1.2}, \quad p = \text{konstantan}, \quad \Delta m = ?$$

Jednadžba stanja plina, ako je zadana masa plina m i molna masa M , glasi:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T,$$

gdje je p tlak, V obujam plina, m masa plina, M molna masa plina, R plinska konstanta, T termodinamička temperatura plina.

Najprije izračunamo koliko je plina m_1 ostalo u balonu nakon ispuštanja jednog dijela. Budući da je tlak p stalan, vrijedi:

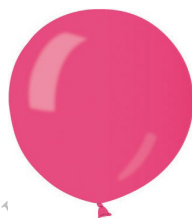
$$\left. \begin{array}{l} p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \\ p \cdot V_1 = \frac{m_1}{M} \cdot R \cdot T_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \\ p \cdot \frac{V}{2} = \frac{m_1}{M} \cdot R \cdot \frac{T}{1.2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p \cdot V}{p \cdot \frac{V}{2}} = \frac{\frac{m}{M} \cdot R \cdot T}{\frac{m_1}{M} \cdot R \cdot \frac{T}{1.2}} \Rightarrow \frac{1}{\frac{1}{2}} = \frac{\frac{m}{M} \cdot R \cdot T}{\frac{m_1}{M} \cdot R \cdot \frac{T}{1.2}} \Rightarrow \frac{1}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\frac{m_1}{1.2 \cdot m}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{1.2 \cdot m}{m_1} \Rightarrow 2 = \frac{1.2 \cdot m}{m_1} / \cdot \frac{m_1}{2} \Rightarrow m_1 = 0.6 \cdot m.$$

Količina plina koji je istekao iz balona iznosi:

$$\Delta m = m - m_1 \Rightarrow \Delta m = m - 0.6 \cdot m \Rightarrow \Delta m = 0.4 \cdot m.$$



Vježba 402

U balonu se nalazi idealan plin mase m pod stalnim tlakom. Pri ispuštanju jednog dijela plina obujam balona se smanji dva puta, a temperatura 1.4 puta. Kolika je masa plina istekla iz balona?

Rezultat: $0.3 \cdot m$.

Zadatak 403 (Branko, srednja škola)

Olovna kugla, koja leti brzinom 452 m / s, udari u prepreku i zaustavi se u njoj. Izračunajte koji će se dio kugle rastaliti ako pri udaru kugla apsorbira 50% topline. Temperatura kugle prije udara iznosi 27 °C, talište olova je 327 °C, specifični toplinski kapacitet olova je $0.13 \cdot 10^3 \text{ J / (kg} \cdot \text{K)}$, specifična toplina taljenja je $0.25 \cdot 10^5 \text{ J / kg}$.

Rješenje 403

$$v = 452 \text{ m / s}, \quad p = 50\% = \frac{50}{100} = \frac{1}{2}, \quad t = 27 \text{ }^\circ\text{C}, \quad t_0 = 327 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$c = 0.13 \cdot 10^3 \text{ J / (kg} \cdot \text{K)}, \quad \lambda = 0.25 \cdot 10^5 \text{ J / kg}, \quad \frac{m_1}{m} = ?$$

Tijelo mase m i brzine v ima kinetičku energiju

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2.$$

Kako se računa "... p% od x...?"

$$\frac{p}{100} \cdot x.$$

Toplina Q je onaj dio unutarnje energije tijela koji prelazi s jednog tijela na drugo zbog razlike temperatura tih tijela. Toplina koju neko tijelo zagrijavanjem primi odnosno hlađenjem izgubi jednaka je

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

gdje je m masa tijela, c specifični toplinski kapacitet, a Δt promjena temperature.

Toplinu koju moramo predati čvrstom tijelu mase m da bi se ono rastalilo možemo izračunati iz izraza

$$Q_t = m \cdot \lambda,$$

gdje je λ specifična toplina taljenja.

Međunarodni sustav mjernih jedinica (SI) za temperaturu propisuje jedinicu kelvin (K). Tu temperaturu zovemo termodinamička temperatura (T).

Temperaturna razlika od 1 K jednaka je temperaturnoj razlici od 1 °C, što izražavamo jednadžbom:

$$\Delta T (K) = \Delta t (^\circ C).$$

Zakon očuvanja energije:

- Energija se ne može ni stvoriti ni uništiti, već samo pretvoriti iz jednog oblika u drugi.
- Ukupna energija zatvorenog (izoliranog) sustava konstantna je bez obzira na to koji se procesi zbivaju u tom sustavu.
- Kad se u nekom procesu pojavi gubitak nekog oblika energije, mora se pojaviti i jednak prirast nekog drugog oblika energije.

Neka je m masa kugle, a m_1 dio kugle koji se rastali pri udaru u prepreku. Budući da se 50% kinetičke energije olovne kugle pri udaru u prepreku troši na zagrijavanje kugle do temperature taljenja t_0 i na njezino djelomično taljenje, vrijedi:

$$\begin{aligned} p \cdot E_k &= Q + Q_t \Rightarrow Q + Q_t = p \cdot E_k \Rightarrow m \cdot c \cdot (t_0 - t) + m_1 \cdot \lambda = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow m \cdot c \cdot (t_0 - t) + m_1 \cdot \lambda &= \frac{1}{4} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow m \cdot c \cdot (t_0 - t) + m_1 \cdot \lambda = \frac{1}{4} \cdot m \cdot v^2 \quad / \cdot 4 \Rightarrow \\ \Rightarrow 4 \cdot m \cdot c \cdot (t_0 - t) + 4 \cdot m_1 \cdot \lambda &= m \cdot v^2 \Rightarrow 4 \cdot m_1 \cdot \lambda = m \cdot v^2 - 4 \cdot m \cdot c \cdot (t_0 - t) \Rightarrow \\ &\Rightarrow 4 \cdot m_1 \cdot \lambda = m \cdot (v^2 - 4 \cdot c \cdot (t_0 - t)) \Rightarrow \\ &\Rightarrow 4 \cdot m_1 \cdot \lambda = m \cdot (v^2 - 4 \cdot c \cdot (t_0 - t)) \quad / \cdot \frac{1}{4 \cdot \lambda \cdot m} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{m_1}{m} &= \frac{v^2 - 4 \cdot c \cdot (t_0 - t)}{4 \cdot \lambda} \Rightarrow \frac{m_1}{m} = \frac{\left(452 \frac{m}{s}\right)^2 - 4 \cdot 0.13 \cdot 10^3 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot (327 - 27) K}{4 \cdot 0.25 \cdot 10^5 \frac{J}{kg}} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{m_1}{m} = 0.483. \end{aligned}$$

Vježba 403

Olovna kugla, koja leti brzinom 452 m / s, udari u prepreku i zaustavi se u njoj. Izračunajte koji će se dio kugle rastaliti ako pri udaru kugla apsorbira 50% topline. Temperatura kugle prije udara iznosi 47 °C, talište olova je 327 °C, specifični toplinski kapacitet olova je $0.13 \cdot 10^3$ J / (kg · K), specifična toplina taljenja je $0.25 \cdot 10^5$ J / kg.

Rezultat: 0.587.

Zadatak 404 (Natalis, elektrotehnička i prometna škola)

Izračunaj količinu tvari u kojoj je 10^{20} molekula. (Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

Rješenje 404

$$N = 10^{20}, \quad N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}, \quad n = ?$$

Broj atoma i molekula u makroskopskim tijelima vrlo je velik i obično se ne izražava brojnošću, već veličinom množina, tj. količina tvari (znak: n). Jedinica za količinu tvari je mol (znak: mol). Mol je osnovna jedinica.

Jedan mol bilo koje tvari sadrži jednak broj jedinki (molekula, atoma i sl.) i to $6.022 \cdot 10^{23}$, što je brojčana vrijednost Avogadrove konstante $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Za idealne plinove pri standardnim uvjetima vrijedi relacija

$$n = \frac{N}{N_A},$$

gdje je n množina (količina) tvari, N broj molekula plina, N_A Avogadrova konstanta.

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{10^{20}}{6.022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} = 1.66 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

Vježba 404

Izračunaj količinu tvari u kojoj je 10^{22} molekula. (Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

Rezultat: $1.66 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.

Zadatak 405 (Tony, elektrotehnička škola)

Odredi masu molekule vodika (H_2). (relativna molekularna masa vodika $M_r = 2.02$, molna masa vodika $M = 2.02 \text{ g / mol}$, Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, atomska jedinica mase $u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

Rješenje 405

$$M_r = 2.02, \quad M = 2.02 \text{ g / mol} = 2.02 \cdot 10^{-3} \text{ kg / mol}, \quad N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}, \\ u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, \quad m(\text{H}_2) = ?$$

Relativna molekularna masa M_r neke molekule jest broj koji govori koliko je puta masa molekule veća od $\frac{1}{12}$ mase atoma izotopa $^{12}_6\text{C}$. Masa $\frac{1}{12}$ mase atoma izotopa ugljika $^{12}_6\text{C}$ jest atomska jedinica mase (znak: u). Izražena u kilogramima ta masa iznosi

$$u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$

Masa jedne molekule je

$$m_M = M_r \cdot u.$$

Molna masa M jest

$$M = \frac{m}{n},$$

gdje je m masa tvari, n množina ili količina tvari. Masa molekule može se naći iz izraza

$$m_M = \frac{M}{N_A},$$

gdje je M molna masa, N_A Avogadrova konstanta.

1.inačica

$$m(H_2) = M_r \cdot u = 2.02 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3.35 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

2. inačica

$$m(H_2) = \frac{M}{N_A} = \frac{2.02 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{6.022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} = 3.35 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

Vježba 405

Odredi masu molekule metana (CH_4). (relativna molekularna masa metana $M_r = 16.04303$, molna masa metana $M = 16.04303 \text{ g/mol}$, Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, atomska jedinica mase $u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

Rezultat: $2.66 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$.

Zadatak 406 (Tony, elektrotehnička škola)

Odredi broj atoma koji se nalazi pri normiranom tlaku u 1 g helija. (relativna atomska masa helija $A_r = 4.0026$, atomska jedinica mase $u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

Rješenje 406

$$m = 1 \text{ g} = 0.001 \text{ kg}, \quad A_r = 4.0026, \quad u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, \quad N = ?$$

Helij je kemijski element koji u periodnom sustavu elemenata nosi simbol He. Ne vezuje se u molekule.

Relativna atomska masa A_r nekog atoma jest broj koji govori koliko je puta masa atoma veća od $\frac{1}{12}$ mase atoma izotopa $^{12}_6\text{C}$. Masa $\frac{1}{12}$ mase atoma izotopa ugljika $^{12}_6\text{C}$ jest atomska jedinica mase (znak: u). Izražena u kilogramima ta masa iznosi

$$u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

Masa jednog atoma je

$$m_a = A_r \cdot u.$$

Najprije odredimo masu jednog atoma helija

$$m_a = A_r \cdot u.$$

Broj atoma N helija dobije se dijeljenjem ukupne mase m sa masom jednog atoma m_a .

$$\left. \begin{array}{l} m_a = A_r \cdot u \\ N = \frac{m}{m_a} \end{array} \right\} \Rightarrow N = \frac{m}{A_r \cdot u} = \frac{0.001 \text{ kg}}{4.0026 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 1.51 \cdot 10^{23} \text{ atoma}.$$

Vježba 406

Odredi broj atoma koji se nalazi pri normiranom tlaku u 0.1 dag helija. (relativna atomska masa helija $A_r = 4.0026$, atomska jedinica mase $u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

Rezultat: $1.51 \cdot 10^{23} \text{ atoma}$.

Zadatak 407 (Tony, elektrotehnička škola)

Odredi broj molekula koji se nalazi pri normiranom tlaku u 1 m^3 argona. (Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, volumen jednog mola plina $V_0 = 2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$)

Rješenje 407

$$V = 1 \text{ m}^3, \quad N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}, \quad V_0 = 2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3, \quad N = ?$$

Argon je kemijski element koji u periodnom sustavu elemenata nosi simbol Ar. Pod normalnim uvjetima je u plinovitom agregatnom stanju.

Broj atoma i molekula u makroskopskim tijelima vrlo je velik i obično se ne izražava brojnošću, već

veličinom množina, tj. količina tvari (znak: n). Jedinica za količinu tvari je mol (znak: mol). Mol je osnovna jedinica.

Jedan mol bilo koje tvari sadrži jednak broj jedinki (molekula, atoma i sl.) i to $6.022 \cdot 10^{23}$, što je brojčana vrijednost Avogadrove konstante $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Volumen jednog mola plina uz normirani tlak 101325 Pa i pri temperaturi 0 °C iznosi

$$V_0 = 2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3.$$

Za idealne plinove pri standardnim uvjetima vrijede relacije:

$$n = \frac{N}{N_A}, \quad n = \frac{V}{V_0},$$

gdje je n množina, količina tvari, N broj molekula (atoma) plina, N_A Avogadrova konstanta, V volumen plina, V_0 volumen jednog mola plina.

$$\left. \begin{array}{l} n = \frac{N}{N_A} \\ n = \frac{V}{V_0} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_0} \Rightarrow \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_0} \cdot N_A \Rightarrow N = \frac{V}{V_0} \cdot N_A =$$
$$= \frac{1 \text{ m}^3}{2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3} \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 2.69 \cdot 10^{25} \text{ molekula.}$$

Vježba 407

Odredi broj molekula koji se nalazi pri normiranom tlaku u 10^3 dm^3 argona. (Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, volumen jednog mola plina $V_0 = 2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$)

Rezultat: $2.69 \cdot 10^{25}$ molekula.

Zadatak 408 (Tony, elektrotehnička škola)

U posudi obujma 0.5 L nalazi se plin pri normiranom tlaku. Koliko molekula plina ima u posudi? (Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, volumen jednog mola plina $V_0 = 2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$)

Rješenje 408

$V = 0.5 \text{ L} = 0.5 \text{ dm}^3 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $V_0 = 2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$,
 $N = ?$

Broj atoma i molekula u makroskopskim tijelima vrlo je velik i obično se ne izražava brojnošću, već veličinom množina, tj. količina tvari (znak: n). Jedinica za količinu tvari je mol (znak: mol). Mol je osnovna jedinica.

Jedan mol bilo koje tvari sadrži jednak broj jedinki (molekula, atoma i sl.) i to $6.022 \cdot 10^{23}$, što je brojčana vrijednost Avogadrove konstante $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Volumen jednog mola plina uz normirani tlak 101325 Pa i pri temperaturi 0 °C iznosi

$$V_0 = 2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3.$$

Za idealne plinove pri standardnim uvjetima vrijede relacije:

$$n = \frac{N}{N_A}, \quad n = \frac{V}{V_0},$$

gdje je n množina, količina tvari, N broj molekula (atoma) plina, N_A Avogadrova konstanta, V volumen plina, V_0 volumen jednog mola plina.

$$\left. \begin{array}{l} n = \frac{N}{N_A} \\ n = \frac{V}{V_0} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_0} \Rightarrow \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_0} / \cdot N_A \Rightarrow N = \frac{V}{V_0} \cdot N_A = \\
 = \frac{5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3} \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 1.34 \cdot 10^{22} \text{ molekula.}$$

Vježba 408

U posudi obujma 5 dl nalazi se plin pri normiranom tlaku. Koliko molekula plina ima u posudi? (Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, volumen jednog mola plina $V_0 = 2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$)

Rezultat: $1.34 \cdot 10^{22}$ molekula.

Zadatak 409 (Tony, elektrotehnička škola)

Odredi obujam što ga zauzima 4 g kisika pri normiranom tlaku. (gustoća kisika $\rho = 1.43 \text{ kg / m}^3$)

Rješenje 409

$$m = 4 \text{ g} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg}, \quad \rho = 1.43 \text{ kg / m}^3, \quad V = ?$$

Gustoću ρ neke tvari možemo naći iz kvocijenta mase m tijela i njegova obujma V :

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} / \cdot \frac{V}{\rho} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{1.43 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 2.8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2.8 \text{ dm}^3.$$

Vježba 409

Odredi obujam što ga zauzima 0.4 dag kisika pri normiranom tlaku. (gustoća kisika $\rho = 1.43 \text{ kg / m}^3$)

Rezultat: 2.8 dm^3 .

Zadatak 410 (Tony, elektrotehnička škola)

U posudi obujma 590 L nalazi se kisik pri normiranom tlaku. Izračunaj masu tog kisika. (gustoća kisika $\rho = 1.43 \text{ kg / m}^3$)

Rješenje 410

$$V = 590 \text{ L} = 590 \text{ dm}^3 = 0.59 \text{ m}^3, \quad \rho = 1.43 \text{ kg / m}^3, \quad m = ?$$

Gustoću ρ neke tvari možemo naći iz kvocijenta mase m tijela i njegova obujma V :

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{m}{V} = \rho \Rightarrow \frac{m}{V} = \rho / \cdot V \Rightarrow m = \rho \cdot V = \\
 = 1.43 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.59 \text{ m}^3 = 0.8437 \text{ kg} = 843.7 \text{ g.}$$

Vježba 410

U posudi obujma 5.9 hl nalazi se kisik pri normiranom tlaku. Izračunaj masu tog kisika. (gustoća kisika $\rho = 1.43 \text{ kg / m}^3$)

Rezultat: 843.7 g.

Zadatak 411 (Tony, elektrotehnička škola)

Koliko molekula sadrži 1 kg vodika? (relativna atomska masa vodika $A_r = 1.008$, atomska jedinica mase $u = 1.66 \cdot 10^{-27}$ kg)

Rješenje 411

$$m = 1 \text{ kg}, \quad A_r = 1.008, \quad u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, \quad N = ?$$

Relativna atomska masa A_r nekog atoma jest broj koji govori koliko je puta masa atoma veća od $\frac{1}{12}$

mase atoma izotopa $^{12}_6\text{C}$. Masa $\frac{1}{12}$ mase atoma izotopa ugljika $^{12}_6\text{C}$ jest atomska jedinica mase

(znak: u). Izražena u kilogramima ta masa iznosi

$$u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

Masa jednog atoma je

$$m_a = A_r \cdot u.$$

Masa atoma vodika izračuna se pomoću formule

$$m_a = A_r \cdot u,$$

a broj atoma vodika dobije se kao kvocijent ukupne mase m i mase m_a jednog atoma.

$$\left. \begin{array}{l} N = \frac{m}{m_a} \\ m_a = A_r \cdot u \end{array} \right\} \Rightarrow N = \frac{m}{A_r \cdot u} = \frac{1 \text{ kg}}{1.008 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 5.98 \cdot 10^{26} \text{ atoma}.$$

Molekula vodika (H_2) sastoji se od 2 atoma vodika pa je broj molekula vodika jednak

$$N = \frac{1}{2} \cdot 5.98 \cdot 10^{26} = 3 \cdot 10^{26} \text{ molekula}.$$

Vježba 411

Koliko molekula sadrže 2 kg vodika? (relativna atomska masa vodika $A_r = 1.008$, atomska jedinica mase $u = 1.66 \cdot 10^{-27}$ kg)

Rezultat: $6 \cdot 10^{26}$ molekula.

Zadatak 412 (Ana, gimnazija)

Izračunajte gustoću dušika pri normiranim uvjetima: 101325 Pa i 273 K. (relativna atomska masa dušika $A_r = 14.01$, plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$)

Rješenje 412

$$p = 101325 \text{ Pa}, \quad T = 273 \text{ K}, \quad A_r = 14.01, \quad R = 8.314 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol}), \quad \rho = ?$$

Gustoću ρ neke tvari možemo naći iz kvocijenta mase tijela i njegova obujma:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Jednadžba stanja plina, ako je zadana masa plina m i molna masa M , glasi:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T,$$

gdje je p tlak, V obujam plina, m masa plina, M molna masa plina, R plinska konstanta, T termodinamička temperatura plina.

Broj atoma i molekula u makroskopskim tijelima vrlo je velik i obično se ne izražava brojnošću, već veličinom množina, tj. količina tvari (znak: n). Jedinica za količinu tvari je mol (znak: mol). Mol je osnovna jedinica.

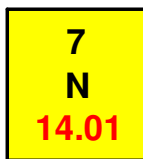
Relativna atomska masa A_r nekog atoma, odnosno molekule M_r , jest broj koji govori koliko je puta

masa atoma ili molekule veća od $\frac{1}{12}$ mase atoma izotopa $^{12}_6\text{C}$.

Molna masa M jest

$$M = \frac{m}{n},$$

gdje je m masa tvari, n množina ili količina tvari.



Uočimo da se molekula dušika (N_2) sastoji od dva atoma dušika pa je njezina relativna molekularna masa

$$M_r = 2 \cdot A_r = 2 \cdot 14.01 = 28.02.$$

Tada je molna masa dušika

$$M = 28.02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2.802 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}.$$

Iz plinske jednadžbe dobije se

$$\left. \begin{array}{l} p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \\ \rho = \frac{m}{V} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{m}{M} \cdot R \cdot T = p \cdot V \\ \rho = \frac{m}{V} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{m}{M} \cdot R \cdot T = p \cdot V \cdot \frac{M}{R \cdot T} \\ \rho = \frac{m}{V} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} m = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T} \\ \rho = \frac{m}{V} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \rho = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T \cdot V} \\ \rho = \frac{m}{V} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \rho = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T \cdot V} \\ \rho = \frac{m}{V} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \rho = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T \cdot V} \\ \rho = \frac{m}{V} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} = \frac{101425 \text{ Pa} \cdot 2.802 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 273 \text{ K}} = 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Vježba 412

Izračunajte gustoću kisika pri normiranim uvjetima: 101325 Pa i 273 K. (relativna atomska masa kisika $A_r = 16$, plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$)

Rezultat: molekula kisika O_2 , $1.43 \text{ kg} / \text{m}^3$.

Zadatak 413 (Iva, gimnazija)

U posudi se nalazi plin pri tlaku 50 kPa. Što će se dogoditi s volumenom plina ako mu temperaturu dva puta smanjimo, a tlak tri puta povećamo?

Rješenje 413

$$p_1 = 50 \text{ kPa} = 5 \cdot 10^4 \text{ Pa}, \quad T_1 = T, \quad T_2 = \frac{1}{2} \cdot T, \quad p_2 = 3 \cdot p_1 = 3 \cdot 5 \cdot 10^4 \text{ Pa} =$$

$$= 15 \cdot 10^4 \text{ Pa}, \quad \frac{V_1}{V_2} = ?$$

Općenitu ovisnost između tri parametra idealnog plina – obujma, tlaka i temperature – možemo izraziti zakonom koji sadrži sva tri plinska zakona:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

što vrijedi za određenu masu plina.

$$\begin{aligned} \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} &\Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \cdot \frac{T_1}{p_1 \cdot V_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot p_1} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{15 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot T}{\frac{1}{2} \cdot T \cdot 5 \cdot 10^4 \text{ Pa}} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{15 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot T}{\frac{1}{2} \cdot T \cdot 5 \cdot 10^4 \text{ Pa}} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{15}{\frac{5}{2}} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{15}{\frac{5}{2}} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{15}{\frac{5}{2}} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{\frac{1}{2}} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 6 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 6 \cdot V_2 \Rightarrow V_1 = 6 \cdot V_2. \end{aligned}$$

Obujam V_2 je 6 puta manji od V_1 .

Vježba 413

U posudi se nalazi plin pri tlaku 0.05 MPa. Što će se dogoditi s volumenom plina ako mu temperaturu dva puta smanjimo, a tlak tri puta povećamo?

Rezultat: Obujam V_2 je 6 puta manji od V_1 .

Zadatak 414 (Cabo, gimnazija)

U izobarnom procesu pri zagrijavanju za 12 K obujam plina se povećao 3%. Kolika je konačna temperatura plina?

Rješenje 414

za 1. inačicu

$$p = \text{konst.}, \quad T_2 - T_1 = 12 \text{ K}, \quad V_1, \quad V_2 = V_1 + 0.03 \cdot V_1 = 1.03 \cdot V_1, \quad T_2 = ?$$

za 2. inačicu

$$p = \text{konst.}, \quad T_1, \quad T_2 = T_1 + 12, \quad V_1, \quad V_2 = V_1 + 0.03 \cdot V_1 = 1.03 \cdot V_1, \quad T_2 = ?$$

Stoti dio nekog broja naziva se postotak. Piše se kao razlomak s nazivnikom 100. Postotak p je broj jedinica koji se uzima od 100 jedinica neke veličine.

Na primjer,

$$9 \% = \frac{9}{100}, \quad 81 \% = \frac{81}{100}, \quad 4.5 \% = \frac{4.5}{100}, \quad 547 \% = \frac{547}{100}, \quad p \% = \frac{p}{100}.$$

Kako se računa "... p% od x...?"

$$\frac{p}{100} \cdot x.$$

Kako zapisati da se x poveća za $p\%$?

$$x + \frac{p}{100} \cdot x.$$

Kad je tlak plina stalan, a mijenja se temperatura (izobarna promjena), obujam dane mase plina mijenjat će se prema Gay – Lussacovu [Gej – Lisak] zakonu. Jednadžba u termodinamičkoj ljestvici temperature glasi:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$$

1. inačica

Proces je izobaran pa vrijedi:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{1.03 \cdot V_1}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{1.03 \cdot V_1}{T_2} \cdot \frac{T_1 \cdot T_2}{V_1} \Rightarrow T_2 = 1.03 \cdot T_1.$$

Pomoću sustava jednažbi izračunamo T_2 .

$$\left. \begin{array}{l} T_2 - T_1 = 12 \\ T_2 = 1.03 \cdot T_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} -T_1 = 12 - T_2 \\ T_2 = 1.03 \cdot T_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} -T_1 = 12 - T_2 \cdot (-1) \\ T_2 = 1.03 \cdot T_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} T_1 = T_2 - 12 \\ T_2 = 1.03 \cdot T_1 \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{zamjene} \end{array} \right] \Rightarrow T_2 = 1.03 \cdot (T_2 - 12) \Rightarrow T_2 = 1.03 \cdot T_2 - 12.36 \Rightarrow 1.03 \cdot T_2 - 12.36 = T_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1.03 \cdot T_2 - T_2 = 12.36 \Rightarrow 0.03 \cdot T_2 = 12.36 \Rightarrow 0.03 \cdot T_2 = 12.36 \cdot /: 0.03 \Rightarrow T_2 = 412 \text{ K}.$$

2. inačica

Proces je izobaran pa vrijedi:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{1.03 \cdot V_1}{T_1 + 12} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{1.03 \cdot V_1}{T_1 + 12} \cdot \frac{T_1 \cdot (T_1 + 12)}{V_1} \Rightarrow T_1 + 12 = 1.03 \cdot T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1.03 \cdot T_1 = T_1 + 12 \Rightarrow 1.03 \cdot T_1 - T_1 = 12 \Rightarrow 0.03 \cdot T_1 = 12 \Rightarrow 0.03 \cdot T_1 = 12 \cdot /: 0.03 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1 = 400 \text{ K}.$$

Temperatura T_2 iznosi:

$$T_2 = T_1 + 12 \Rightarrow T_2 = 400 \text{ K} + 12 \text{ K} = 412 \text{ K}.$$

Vježba 414

U izobarnom procesu pri zagrijavanju za $1.2 \cdot 10^1 \text{ K}$ obujam plina se povećao 3%. Kolika je konačna temperatura plina?

Rezultat: 412 K.

Zadatak 415 (Cabo, gimnazija)

U jednoj posudi volumena 20 l nalazi se zrak temperature $15 \text{ }^\circ\text{C}$ i tlaka 720 mmHg, a u drugoj 16 l zraka temperature $10 \text{ }^\circ\text{C}$ i tlaka 750 mmHg. Odredi u kojoj posudi je veća masa.

Rješenje 415

$$V_1 = 20 \text{ l} = 20 \text{ dm}^3 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3, \quad t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 273.15 + t_1 = (273.15 + 15) \text{ K} = 288.15 \text{ K},$$

$$p_1 = 720 \text{ mmHg}, \quad V_2 = 16 \text{ l} = 16 \text{ dm}^3 = 1.6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3,$$

$$t_2 = 10 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 273.15 + t_2 = (273.15 + 10) \text{ K} = 283.15 \text{ K}, \quad p_2 = 750 \text{ mmHg}, \quad \frac{m_1}{m_2} = ?$$

Stanje plina određeno je tlakom p , obujmom V i temperaturom T . Jednažba stanja glasi

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T,$$

gdje je m masa plina, M molna masa, R plinska konstanta.

Jednažbu plinskog stanja možemo iskazati i brojem N molekula u obliku

$$p \cdot V = k_B \cdot N \cdot T,$$

gdje je p tlak plina, V obujam plina, k_B Boltzmannova konstanta, N broj molekula, T temperatura plina.

Broj atoma i molekula u makroskopskim tijelima vrlo je velik i obično se ne izražava brojnošću, već veličinom množina tvari (znak: n). Jedinica za množinu tvari je mol (znak: mol). Za množinu tvari n vrijedi:

$$n = \frac{N}{N_A}, \quad n = \frac{m}{M},$$

gdje je N broj atoma, molekula, N_A Avogadrova konstanta, m masa tvari, M molna masa.

1. inačica

$$\left. \begin{aligned} p_1 \cdot V_1 &= \frac{m_1}{M} \cdot R \cdot T_1 \\ p_2 \cdot V_2 &= \frac{m_2}{M} \cdot R \cdot T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} = \frac{\frac{m_1}{M} \cdot R \cdot T_1}{\frac{m_2}{M} \cdot R \cdot T_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} = \frac{\frac{m_1}{M} \cdot R \cdot T_1}{\frac{m_2}{M} \cdot R \cdot T_2} \Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} = \frac{m_1 \cdot T_1}{m_2 \cdot T_2} \Rightarrow \frac{m_1 \cdot T_1}{m_2 \cdot T_2} = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m_1 \cdot T_1}{m_2 \cdot T_2} = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{p_2 \cdot V_2 \cdot T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{720 \text{ mmHg} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot 283.15 \text{ K}}{750 \text{ mmHg} \cdot 1.6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot 288.15 \text{ K}} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 1.18.$$

Masa m_1 je 1.18 puta veća od mase m_2 .

2. inačica

$$\left. \begin{aligned} p_1 \cdot V_1 &= k_B \cdot N_1 \cdot T_1 \\ p_2 \cdot V_2 &= k_B \cdot N_2 \cdot T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} = \frac{k_B \cdot N_1 \cdot T_1}{k_B \cdot N_2 \cdot T_2} \Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} = \frac{k_B \cdot N_1 \cdot T_1}{k_B \cdot N_2 \cdot T_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} = \frac{N_1 \cdot T_1}{N_2 \cdot T_2} \Rightarrow \frac{N_1 \cdot T_1}{N_2 \cdot T_2} = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} \Rightarrow \frac{N_1 \cdot T_1}{N_2 \cdot T_2} = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{p_2 \cdot V_2 \cdot T_1} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{720 \text{ mmHg} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot 283.15 \text{ K}}{750 \text{ mmHg} \cdot 1.6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot 288.15 \text{ K}} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = 1.18.$$

Sada je:

$$\left. \begin{aligned} \frac{N_1}{N_A} &= \frac{m_1}{M} \\ \frac{N_2}{N_A} &= \frac{m_2}{M} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{\frac{N_1}{N_A}}{\frac{N_2}{N_A}} = \frac{\frac{m_1}{M}}{\frac{m_2}{M}} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\frac{N_1}{N_2} = 1.18 \right] \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 1.18.$$

Masa m_1 je 1.18 puta veća od mase m_2 .

Vježba 415

U jednoj posudi volumena 0.2 hl nalazi se zrak temperature 15 °C i tlaka 1440 mmHg, a u drugoj 0.16 hl zraka temperature 10 °C i tlaka 1500 mmHg. Odredi u kojoj posudi je veća masa.

Rezultat: Masa m_1 je 1.18 puta veća od mase m_2 .

Zadatak 416 (Cabo, gimnazija)

U gumenom balonu nalazi se zrak pod tlakom 0.1 MPa. Temperatura zraka je 20 °C, dok je njegova gustoća 1.22 kg / m³. Kolika će biti gustoća zraka u balonu kad se popne na visinu gdje je tlak zraka 3 kPa, a temperatura – 45 °C? (termički koeficijent promjene obujma plina $\alpha = 0.00366 \text{ K}^{-1}$)

Rješenje 416

$$p_1 = 0.1 \text{ MPa} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 273.15 + t_1 = (273.15 + 20) \text{ K} = 293.15 \text{ K},$$

$$\rho_1 = 1.22 \text{ kg/m}^3, \quad p_2 = 3 \text{ kPa} = 3 \cdot 10^3 \text{ Pa}, \quad t_2 = -45 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = 273.15 + t_2 = (273.15 - 45) \text{ K} = 228.15 \text{ K}, \quad \rho_2 = ?$$

Gustoću ρ neke tvari možemo naći iz kvocijenta mase tijela i njegova obujma:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Stanje plina određeno je tlakom p , obujmom V i temperaturom T . Jednadžba stanja plina glasi

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T,$$

gdje je m masa plina, M molna masa, R plinska konstanta.

Za određenu masu plina gustoća ρ plina mijenja se promjenom temperature i tlaka prema zakonu

$$\rho = \frac{p \cdot \rho_0}{p_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)},$$

gdje je p tlak plina, ρ_0 gustoća plina pri $0 \text{ }^\circ\text{C}$, p_0 normirani tlak, α termički koeficijent promjene obujma plina, t temperatura u $^\circ\text{C}$.

1. inačica

$$\left. \begin{aligned} \rho_1 &= \frac{p_1 \cdot \rho_0}{p_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1)} \\ \rho_2 &= \frac{p_2 \cdot \rho_0}{p_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2)} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\frac{p_2 \cdot \rho_0}{p_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2)}}{\frac{p_1 \cdot \rho_0}{p_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1)}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\frac{p_2 \cdot \rho_0}{p_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2)}}{\frac{p_1 \cdot \rho_0}{p_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1)}} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{1 + \alpha \cdot t_1}{1 + \alpha \cdot t_2} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1)}{p_1 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1)}{p_1 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2)} \cdot \rho_1 \Rightarrow \rho_2 = \frac{p_2 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1)}{p_1 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2)} \cdot \rho_1 \Rightarrow$$

$$= \frac{3 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot (1 + 0.00366 \text{ K}^{-1} \cdot 20 \text{ }^\circ\text{C})}{1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot (1 + 0.00366 \text{ K}^{-1} \cdot (-45 \text{ }^\circ\text{C}))} \cdot 1.22 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0.047 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

2. inačica

$$\left. \begin{aligned} p_1 \cdot V_1 &= \frac{m_1}{M} \cdot R \cdot T_1 \\ p_2 \cdot V_2 &= \frac{m_2}{M} \cdot R \cdot T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} p_1 \cdot V_1 &= \frac{m_1}{M} \cdot R \cdot T_1 \cdot \frac{M}{V_1} \\ p_2 \cdot V_2 &= \frac{m_2}{M} \cdot R \cdot T_2 \cdot \frac{M}{V_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} p_1 \cdot M &= \frac{m_1}{V_1} \cdot R \cdot T_1 \\ p_2 \cdot M &= \frac{m_2}{V_2} \cdot R \cdot T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \rho_1 = \frac{m_1}{V_1} \\ \rho_2 = \frac{m_2}{V_2} \end{array} \right] \Rightarrow \left. \begin{aligned} p_1 \cdot M &= \rho_1 \cdot R \cdot T_1 \\ p_2 \cdot M &= \rho_2 \cdot R \cdot T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{p_2 \cdot M}{p_1 \cdot M} = \frac{\rho_2 \cdot R \cdot T_2}{\rho_1 \cdot R \cdot T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_2 \cdot M}{p_1 \cdot M} = \frac{\rho_2 \cdot R \cdot T_2}{\rho_1 \cdot R \cdot T_1} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2 \cdot T_2}{\rho_1 \cdot T_1} \Rightarrow \frac{\rho_2 \cdot T_2}{\rho_1 \cdot T_1} = \frac{p_2}{p_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_2 \cdot T_2}{\rho_1 \cdot T_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{\rho_1 \cdot T_1}{T_2} \Rightarrow \rho_2 = \frac{p_2 \cdot \rho_1 \cdot T_1}{p_1 \cdot T_2} = \frac{3 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot 1.22 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 293.15 \text{ K}}{1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 228.15 \text{ K}} = 0.047 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Vježba 416

U gumenom balonu nalazi se zrak pod tlakom 100 kPa. Temperatura zraka je 20 °C, dok je njegova gustoća 1.22 kg / m³. Kolika će biti gustoća zraka u balonu kad se popne na visinu gdje je tlak zraka 3 kPa, a temperatura – 45 °C? (termički koeficijent promjene obujma plina $\alpha = 0.00366 \text{ K}^{-1}$)

Rezultat: 0.047 kg / m³.

Zadatak 417 (ABC, gimnazija)

U posudi obujma 0.5 m³ nalazi se plin pod tlakom od $1.2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Temperatura je 27 °C. Izračunajte broj molova plina u posudi? (plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J / (K} \cdot \text{mol)}$)

A. 32 B. 24 C. 20 D. 18

Rješenje 417

$V = 0.5 \text{ m}^3$, $p = 1.2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $t = 27 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T = 273 + t = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$,
 $R = 8.314 \text{ J / (K} \cdot \text{mol)}$, $n = ?$

Jednadžba stanja plina, ako je zadana množina n idealnog plina, glasi:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T,$$

gdje je p tlak, V obujam plina, R plinska konstanta, T termodinamička temperatura plina.

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n \cdot R \cdot T = p \cdot V \Rightarrow n \cdot R \cdot T = p \cdot V \cdot \frac{1}{R \cdot T} \Rightarrow n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} =$$

$$= \frac{1.2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0.5 \text{ m}^3}{8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 300 \text{ K}} = 24 \text{ mol}.$$

Odgovor je pod B.

Vježba 417

U posudi obujma 0.25 m³ nalazi se plin pod tlakom od $2.4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Temperatura je 27 °C. Izračunajte broj molova plina u posudi? (plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J / (K} \cdot \text{mol)}$)

A. 32 B. 24 C. 20 D. 18

Rezultat: B.

Zadatak 418 (ABC, gimnazija)

Odredite masu kisika zatvorenog u posudi volumena 3 dm³ pri tlaku 2 MPa i temperaturi 27 °C. (plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J / (K} \cdot \text{mol)}$, molna masa kisika $M = 32 \text{ g / mol}$)

Rješenje 418

$V = 3 \text{ dm}^3 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $p = 2 \text{ MPa} = 2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$, $t = 27 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T = 273 + t =$
 $= (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$, $R = 8.314 \text{ J / (K} \cdot \text{mol)}$, $M = 32 \text{ g / mol} = 0.032 \text{ kg / mol}$, $m = ?$

Jednadžba stanja plina, ako je zadana masa plina m i molna masa M, glasi:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T,$$

gdje je p tlak, V obujam plina, m masa plina, M molna masa plina, R plinska konstanta, T termodinamička temperatura plina.

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow \frac{m}{M} \cdot R \cdot T = p \cdot V \Rightarrow \frac{m}{M} \cdot R \cdot T = p \cdot V \cdot \frac{M}{R \cdot T} \Rightarrow m = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 0.032 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 300 \text{ K}} = 0.077 \text{ kg} = 77 \text{ g}.$$

Vježba 418

Odredite masu kisika zatvorenog u posudi volumena 3000 cm³ pri tlaku 2 MPa i temperaturi 27 °C. (plinska konstanta R = 8.314 J / (K · mol), molna masa kisika M = 32 g / mol)

Rezultat: 77 g.

Zadatak 419 (ABC, gimnazija)

Određena količina idealnog plina zauzima obujam 4 l. Koliki obujam će zauzimati taj plina ako se temperatura udvostruči, a tlak padne na jednu četvrtinu početne vrijednosti?

Rješenje 419

$$V = 4 \text{ l} = 4 \text{ dm}^3, \quad T_2 = 2 \cdot T_1, \quad p_2 = \frac{1}{4} \cdot p_1, \quad V_2 = ?$$

Općenitu ovisnost između tri parametra idealnog plina – obujma, tlaka i temperature – možemo izraziti zakonom koji sadrži sva tri plinska zakona:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

što vrijedi za određenu masu plina.

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} \cdot \frac{T_2}{p_2} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot p_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot 2 \cdot T_1}{T_1 \cdot \frac{1}{4} \cdot p_1} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot 2 \cdot T_1}{T_1 \cdot \frac{1}{4} \cdot p_1} \Rightarrow V_2 = \frac{2 \cdot V_1}{\frac{1}{4}} \Rightarrow V_2 = \frac{2 \cdot V_1}{\frac{1}{4}} \Rightarrow V_2 = 8 \cdot V_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = 8 \cdot 4 \text{ dm}^3 \Rightarrow V_2 = 32 \text{ dm}^3 = 32 \text{ l}.$$

Vježba 419

Određena količina idealnog plina zauzima obujam 5 l. Koliki obujam će zauzimati taj plina ako se temperatura udvostruči, a tlak padne na jednu četvrtinu početne vrijednosti?

Rezultat: 40 dm³ = 40 l.

Zadatak 420 (Lussy, gimnazija)

U prvoj posudi obujma V nalazi se n molova plina. Druga posuda ima obujam 2 · V i u njoj se nalazi n / 2 molova plina. Koliki je omjer tlakova, ako su temperature u obje posude jednake? Zaokružite ispravan odgovor!

$$A. p_1 = p_2 \quad B. p_2 = \frac{p_1}{2} \quad C. p_2 = \frac{p_1}{4} \quad D. p_2 = 4 \cdot p_1$$

Rješenje 420

$$V_1 = V, \quad n_1 = n, \quad V_2 = 2 \cdot V, \quad n_2 = \frac{n}{2}, \quad T_1 = T_2 = T, \quad \frac{p_2}{p_1} = ?$$

Jednadžba stanja plina, ako je zadana množina n idealnog plina, glasi:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T,$$

gdje je p tlak, V obujam plina, R plinska konstanta, T termodinamička temperatura plina.

$$\left. \begin{array}{l} p_1 \cdot V_1 = n_1 \cdot R \cdot T_1 \\ p_2 \cdot V_2 = n_2 \cdot R \cdot T_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} p_1 \cdot V = n \cdot R \cdot T \\ p_2 \cdot 2 \cdot V = \frac{n}{2} \cdot R \cdot T \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{p_2 \cdot 2 \cdot V}{p_1 \cdot V} = \frac{\frac{n}{2} \cdot R \cdot T}{n \cdot R \cdot T} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{p_2 \cdot 2 \cdot V}{p_1 \cdot V} = \frac{\frac{n}{2} \cdot R \cdot T}{n \cdot R \cdot T} \Rightarrow \frac{2 \cdot p_2}{p_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2 \cdot p_2}{p_1} = \frac{1}{2} \quad / \cdot \frac{p_1}{2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1}{4}.$$

Odgovor je pod C.

Vježba 420

U prvoj posudi obujma V nalazi se n molova plina. Druga posuda ima obujam $2 \cdot V$ i u njoj se nalazi $8 \cdot n$ molova plina. Koliki je omjer tlakova, ako su temperature u obje posude jednake? Zaokružite ispravan odgovor!

A. $p_1 = p_2$ B. $p_2 = \frac{p_1}{2}$ C. $p_2 = \frac{p_1}{4}$ D. $p_2 = 4 \cdot p_1$

Rezultat: D.